

Multimediale Gestaltung von Bestandsverwaltungsprozessen im Bauwesen

Dr.-Ing. U. Rüppel, CIP GmbH, Darmstadt/Hannover

1 Einleitung

Die Kosten für die Unterhaltung von Bauwerken über den Lebenszyklus sind im Vergleich zu den Planungs- und Herstellungskosten erheblich größer. Insbesondere setzt eine Reduzierung des Instandhaltungsaufwandes als Teilprozeß der Bestandsverwaltung das rechtzeitige Erkennen von Bauschäden und das vorausschauende Ergreifen von Gegenmaßnahmen voraus. Das planmäßige Vorgehen beim Erkennen von Bauschäden, d.h. die regelmäßige Überwachung baulicher Anlagen, dient nicht nur dem sparsamen Umgang mit vorhandenen Mitteln, sondern verringert auch die Gefahr des plötzlichen Versagens von tragenden Bauteilen. Dadurch werden Gefahren für die Nutzer der Bauwerke frühzeitig abgewendet. Die Notwendigkeit der systematischen Instandhaltung mit modernen Methoden wird auch in den Schlußfolgerungen des dritten Bauschadensberichts des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau unterstrichen.

Um den Zustand eines Bauteils festzustellen, werden ausreichende Informationen über Struktur, Material, Alter, Belastungen, Umweltbedingungen etc. benötigt. Zur Verarbeitung dieser Fülle von Informationen unterschiedlichen Typs (z.B. technische Dokumente, CAD-Zeichnungen, Photos etc.) bei der Überwachung und Dokumentation baulicher Anlagen ist eine geeignete DV-Unterstützung notwendig. Zur Verwaltung der komplexen Baustrukturinformationen werden objektorientierte Bauwerksmodelle benötigt. Zur bedarfsgerechten Aufbereitung der unterschiedlichen Informationsarten und -qualitäten ist zusätzlich eine multimediale Informationsverarbeitung sowohl intern als auch in der Benutzungsschnittstelle erforderlich.

Bedingt durch die hohe Anzahl der in den Bestandsverwaltungsprozessen beteiligten Fachingenieure, die europaweit tätig sind, müssen die Informationen sehr schnell sowie orts- und zeitunabhängig verfügbar sein. Die digitale Kommunikationstechnologie des weltweiten Datennetzes INTERNET ist für den erforderlichen Informationsaustausch ein geeignetes Medium.

2 Objektorientierte Methoden zur Bauwerksmodellierung

Einzelne Objekte, die im Verständnis des Ingenieurs Daten (z. B. Geometrie) und Methoden (z. B. für die Darstellung) besitzen, können als einheitliche Software-Objekte abgebildet werden. Die Abbildung erfolgt im Prozeß des objektorientierten Software-Engineerings, bestehend aus den Phasen Analyse, Entwurf, Programmierung und Verwaltung in verteilten Datenbanken [1].

Auf der Basis der objektorientierten Software-Erstellung erfolgt die Produktmodellierung von Bauwerken. Der Begriff "*Produkt*" ist in der EN ISO 9002 als ein "Ergebnis von Tätigkeiten und Prozessen" definiert. Ein Produktmodell ist im allgemeinen die Spezifikation von beschreibenden Informationen in allen Entwicklungsphasen eines Produktes in einer einheitlich strukturierten, digital verarbeitbaren Darstellung. Dabei stellt jedes Modell die Abstraktion der abzubildenden Realität unter Verwendung von modelldefinierenden Annahmen dar.

Im Bauwesen erfolgt die Modellbildung unter den spezifischen Anforderungen der beteiligten Fachbereiche; jeder Fachplaner erstellt und bearbeitet sein fachspezifisches Teilmodell unter seiner fachlichen Sicht. Gemäß den Leistungsphasen der HOAI erfolgt die Bildung der Teilmodelle mit wachsendem Detaillierungsgrad entsprechend dem Planungsfortschritt. Ein Pro-

duktmodell für ein Bauwerk, also ein Bauwerksmodell umfaßt alle Informationen, die zur Planung und Verwaltung baulicher Anlagen erforderlich sind. Das Bauwerksmodell soll zweckmäßiger Weise für den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks genutzt werden. Dies bedeutet, daß die Qualität der in der Planungsphase entwickelten Bauwerksmodelle entscheidend für die Gestaltung der Bestandsverwaltungsprozesse ist [2].

Traditionell lagen die Informationen der bisherigen Teilmodelle in einer nicht DV-gerechten Form (Pläne, Textdokumente etc.) vor. Für die Spezifikation von Bauwerksmodellen zum Zwecke der Informationsverarbeitung sind sämtliche Modellinformationen über das Bauwerk, d.h. sowohl die Sachinformationen als auch die semantischen Informationen, in eine vollständig digital verarbeitbare Darstellung zu überführen. Das Bauwerksmodell wird dadurch in einem Informationsmodell abgebildet.

Das Bauwerksmodell besteht aus Objekten, die in semantischen Beziehungen ("Objekt-Taxonomie") zueinander stehen, z.B. für die Lastweiterleitung zwischen zwei Bauteilen. Die Objekte beinhalten die Modelleigenschaften von Bauteilen, Ausrüstungsgegenständen, Materialien etc., das Modellwissen über Normen, Vorschriften, Verfahren etc., und sie enthalten zugeordnete Methoden (Funktionen) zur Verwaltung und Weiterverarbeitung dieser Informationen. Durch Zusammenfassung der Objekte (Aggregation und Assoziation) können fachspezifische Teilproduktmodelle generiert werden (z.B. Teilmodell für Tragwerksplanung, Teilmodell für die TGA etc.). Die Gesamtheit der zur Bestandsverwaltung erforderlichen Fachplaner spiegelt sich in der Summe der Teilmodelle wider. Die Kommunikation zwischen den Fachplanern wird über den Austausch von Teilmodellen vollzogen. Die Produktdatentechnologie ist in der internationalen STEP-Normung verankert [3] und bezieht sich dabei auf die Gewinnung, die Speicherung, die Verwaltung, den Austausch, die Archivierung und die Dokumentation von Produktinformationen.

3 Multimediale Informations- und Kommunikationstechnologie

Die multimediale Informationsverarbeitung auf dem Computer schafft eine einheitliche Umgebung für die vormals getrennten Bereiche Video (Fernsehgeräte), Audio (HIFI-Anlagen) und Text/Graphik (Computer) auf der Basis digitaler Informationen.

Für die Nutzung von *Text* als Kommunikationsträger stellt sich für die digitale technische Dokumentation von Bauwerken das Problem, daß viele Texte nur auf Papier vorhanden sind. Zur Digitalisierung analoger Texte existieren die unterschiedlichsten Verfahren [4].

Bei der Verwendung von *Graphik* als Kommunikationsträger sind grundsätzlich zwei Typen graphischer Repräsentationen zu beachten: *Vektor- und Pixelformat*. Eine *Vektorgraphik* besteht aus graphischen Elementen, die durch mathematisch Funktionen beschrieben werden und beliebig skaliert werden können. CAD-Systeme verarbeiten in der Regel Vektorgraphiken. Dagegen bestehen *Pixelgraphiken* aus einzelnen Bildpunkten, die in einem Bildpunktraster dargestellt werden. Zur Digitalisierung analoger CAD-Pläne existieren demnach die Möglichkeiten, Pixel- oder Vektorrepräsentationen zu erzeugen.

Bei der Verwaltung baulicher Anlagen kann mit dem Medium *Audio*, d.h. mit Tonaufnahmen vor Ort, die vorgefundene Situation schnell und ausführlich beschrieben werden. Das oft zeitaufwendige Umsetzen von Protokollen kann entfallen. Die Tonaufnahmen können anschließend nach Bedarf ausgewertet werden.

Standbilder (Photos) und *Bewegtbilder (Filme)* charakterisieren das Medium *Video*. Zur Reduzierung der bei der digitalen Verarbeitung von Video-Sequenzen anfallenden großen Datenmengen existieren plattformunabhängige Kompressionsverfahren. Diese trotz der Kompression immer noch sehr großen Datenmengen zwingen derzeit noch bei der Nutzung von Video zur Instandhaltung baulicher Anlagen zu der Einschränkung, nur ausgewählte Videose-

quenzen zu digitalisieren. Der größte Teil der Videosequenzen muß daher zur Zeit noch analog vorgehalten werden.

Als *Hypermedia* wird ein *multimediales Hypertextsystem* bezeichnet, das die vorher beschriebenen Medien Text, Graphik, Audio und Video unterstützt. In Hypermedia-Dokumenten werden die Informationsinhalte mit unterschiedlichen Mechanismen miteinander gekoppelt. Generell ist die Multi- und Hypermedia-Technologie besonders gut für die Präsentation semantisch verknüpfter multimedialer Informationen geeignet. Dabei ist insbesondere zu beachten, daß im Zuge der wirtschaftlichen Globalisierung die multimedialen Informationen orts- und zeitunabhängig sowie in sehr kurzer Zeit verfügbar sein müssen [4]. Zur Erfüllung dieser Anforderungen ist die digitale Kommunikationstechnologie auf der Basis weltweiter Datennetze wie dem INTERNET ein geeignetes Medium. Die Kommunikationstechnologie des INTERNET umfaßt eine Vielzahl von Diensten, wie z.B. *e-MAIL*, das Verschicken von Nachrichten, Graphiken und sogar Programmen, *TELNET* zur Nutzung der Rechnerleistung eines fernen Rechners sowie *FTP* zum Datentransfer. Der gegenwärtig bekannteste *hypermediale Informationsdienst* im INTERNET ist das *World-Wide-Web (WWW)*. Mit WWW können im Gegensatz zu den zuvor genannten INTERNET-Diensten sehr einfach hypermediale Informationen verarbeitet werden. Mit WWW erfolgt die Verknüpfung von Hypermedia-Dokumenten über unterschiedliche Rechner in unterschiedlichen Ländern. Eine aktuelle Entwicklung zur Unterstützung des WWW ist die Programmiersprache *JAVA*, die von der Firma SUN-Microsystems zur Zeit entwickelt wird. JAVA ist eine objektorientierte Programmiersprache, mit der Multimedia-Anwendungen leistungsfähig und portabel entwickelt und über das INTERNET genutzt werden können. Mit JAVA müssen z.B. umfangreiche Grafiken nicht mehr als speicherintensive Bilder, sondern nur die Ausgangsdaten sowie ein JAVA-Programm ("*Applet*") zur Erzeugung der Grafiken übertragen werden.

4 BestandManager - Eine Ingenieurapplikation zur multimedialen Bestandsverwaltung

Der BestandManager der Fa. CIP GmbH, Hannover/Darmstadt, ist ein multimediales DV-System zur ingenieurtechnischen Instandhaltung und Bestandsverwaltung baulicher Anlagen. Mit dem BestandManager können beliebige Arten technischer Dokumente, z.B. umfangreiche Bauwerksbücher, digital verwaltet und bearbeitet werden. Dazu stehen Eingabemasken zur Verfügung, die sich individuell den jeweiligen Anforderungen anpassen lassen. Zu jedem Datensatz können multimediale Informationen hinzugefügt werden: Bild, Ton, Film, Text sowie digitalisierte Dokumente und CAD-Pläne (Pixel- und Vektorpläne). Bei Bauwerkskontrollen können mit Photo und Video sowie Tonaufnahmen die vorgefundenen Schäden beweissicher dokumentiert werden. Zusätzlich wird die semantische Verknüpfung der Multimedia-Informationen zu Hypermedia-Dokumenten unterstützt. Der BestandManager ist so konzipiert, daß er mit einem portablen Personal-Computer vor Ort verwendet werden kann. Die zugrunde gelegte innovative Software-Technologie ermöglicht eine ressourcensparende Verarbeitung multimedialer Informationen unter MS-Windows.

Zur Überwachung baulicher Anlagen müssen alle überwachungstechnisch relevanten Information unterschiedlicher Art und Qualität gespeichert werden. Die Information werden im BestandManager nach Informationsgruppen gegliedert. Die Informationsgruppen sind unterteilt in bauliche Anlagen mit den Untergruppen Liegenschaft, Gebäude und Bauteil, sowie in die Gruppen Inspektion und Prüfung. Zusätzlich können in jeder Informationsgruppe multimediale Informationen hinterlegt werden.

Im Zuge der Überwachungstätigkeiten werden so die Informationen über die Liegenschaft (Name, Lokalität, Adresse etc.), das Bauwerk (Nummer des Eigentümers, Bezeichnung, Bau-

jahr etc.) und die inspizierten Bauteile (Bauwerksteil, Lage im Bauwerk (Ebene, Raum) Bauteiltyp etc.) eingegeben. Zur Unterstützung der Inspektion steht dem Benutzer ein multimedialer Bauteilkatalog mit typischen Schadensbildern und Vorschlägen zur Sanierung zur Verfügung. Im Bauteilkatalog sind gebräuchliche und besonders schadensanfällige Bauteile aufgeführt. Durch die Schadensbilder wird der Anwender vor Ort über typische Bauschäden informiert und kann so eine Vorabklassifizierung des Schadens vornehmen. Zur Dokumentation der Überwachung existiert eine Prüfliste, in der die Daten der Prüfung eingegeben werden und ein Prüfverfahrenskatalog, der typische Prüfziele und Prüfverfahren multimedial aufbereitet beinhaltet.

Im BestandManager sind die multimedialen Informationen als Hypermedia-Dokumente gespeichert und werden von der Multimedia-Box verwaltet. Wie in Bild 1 dargestellt, werden an ein objektorientiertes Bauwerksmodell multimediale Bestandsinformationen mit Verweisen hinzugefügt. Eine solche Bestandsinformation stellt z.B. ein digitalisierter Konstruktionsplan mit markierten Schäden dar. Im Konstruktionsplan sind wiederum Bild-Knoten ("Hotspots")

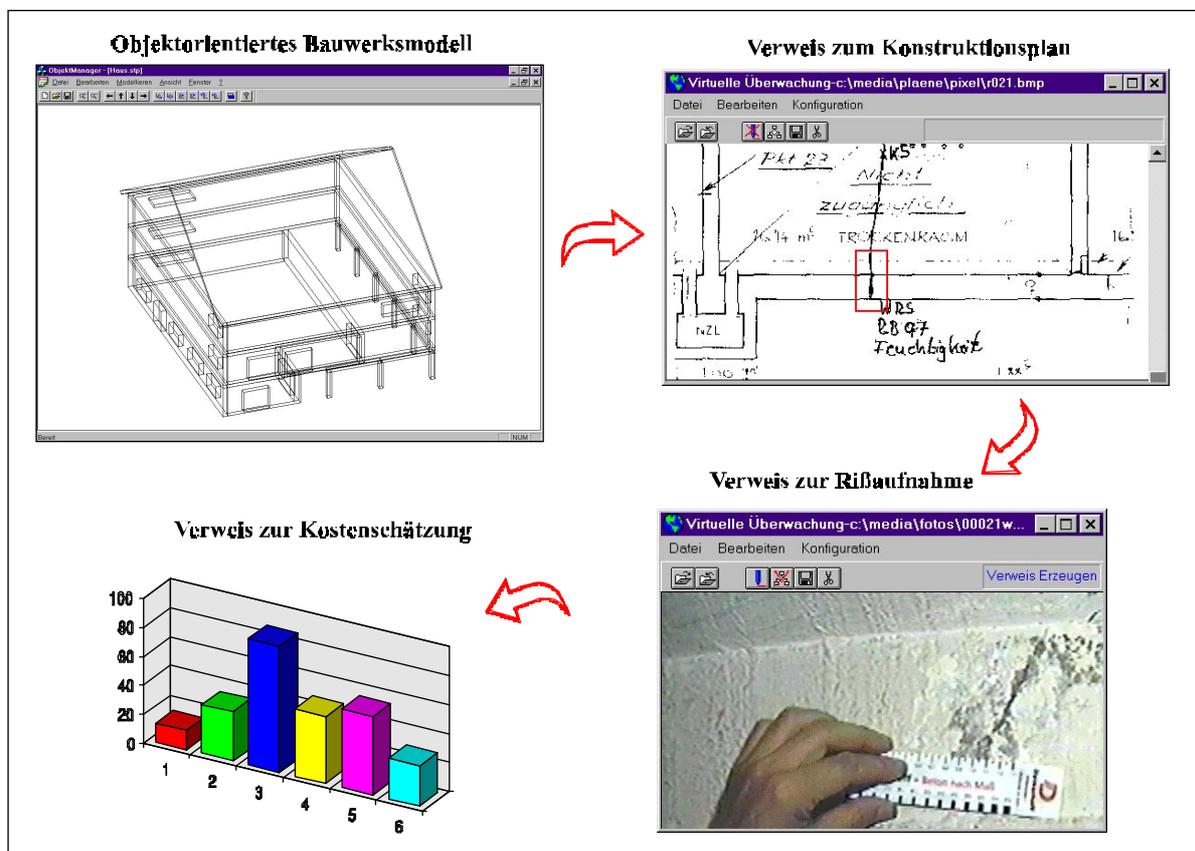


Bild 1: Hypermediale Verknüpfung von multimedialen Bestandsinformationen im Bestand-Manager

hinterlegt, die unterschiedliche Multimedia-Informationen miteinander verknüpfen. Diese Verknüpfungen werden mit dem MediaManager-Modul des BestandManagers erstellt. Die einzelnen Informationen können hierbei über ferne Rechner hinweg im INTERNET verknüpft werden. Beim Anklicken eines Risses im Konstruktionsplan erscheint ein Photo mit dem tatsächlichen Riß in der Betonwand. Desweiteren ist im Schadensphoto ein Verweis zur Kostenschätzung der Sanierung sowie zum Schadensbericht hinterlegt. Mit dieser Funktionalität auf der Basis der Hypermedia-Technologie kann man unter Nutzung von digitalen Plänen durch ein Gebäude gehen und an bestimmten Stellen per Mausklick zusätzliche Detailinformationen

erlangen. Dieser Vorgang wird als *virtuelle Überwachung* bezeichnet. Mit der Funktionalität der virtuellen Überwachung können Bauwerkssituationen aussagekräftig festgehalten und präsentiert werden, so daß ein realistischer Eindruck des Bauzustandes ohne Ortsbesichtigung vermittelt werden kann.

5 Zusammenfassung

Mit den vorgestellten Computer-Methoden können komplexe Aufgabenstellungen der Bestandverwaltung in geeigneter Art und Weise software-technisch abgebildet werden. Die Nutzung digitaler Bauwerksmodelle mit verknüpften multimedialen Informationen zur verteilten Bestandsverwaltung auf der Basis weltweiter Datennetze wie dem INTERNET erhöht den Integrationsgrad der beteiligten Fachplaner ganz wesentlich. Im Zuge der wirtschaftlichen Globalisierung ist die schnelle sowie zeit- und ortsunabhängige Verfügbarkeit technischer Informationen ein entscheidender Innovationsfaktor für den Standort Deutschland. Mit den vorgestellten Multimedia- und Hypermedia-Basistechnologien am Beispiel des DV-Systems BestandManager können die komplexen Aufgaben bei der Instandhaltung von Bauwerken software-technisch unterstützt werden. Die Nutzung unterschiedlicher Medien sowie die semantische Verknüpfung zu Hypermedia-Dokumenten als auch zu Bauwerksmodellen ermöglichen eine ganzheitliche und benutzergerechte Informationsverarbeitung. Insbesondere der Aspekt der Beschaffung multimedialer Informationen über Computernetze schafft neue Möglichkeiten zur Unterstützung der Ingenieur Tätigkeiten. Die Handhabung von Multi- und Hypermedia beim praktischen Einsatz des BestandManagers zeigt die ingenieurpraktische Relevanz dieser Technologie.

Literatur

- [1] *Rüppel, U.:* Ingenieur-Planung mit objektorientierter Software. Fachzeitschrift "Bauinformatik", Heft 3/96 (S. 21 - 25), Verlagsgesellschaft R. Müller, Köln 1996.
- [2] *Rüppel, U.; Meißner, U.:* Integrierte Planung, Fertigung und Nutzung von Bauwerken auf der Basis von Produktmodellen. Fachzeitschrift "Der Bauingenieur", Heft 2/96 (S. 47 - 55), Springer-Verlag, Heidelberg 1996.
- [3] *STEP:* Standard for the Exchange of Product Model Data. ISO 10303 -41, -42, -43 (1993)
- [4] *Rüppel, U.:* Multimediale Kommunikation für Ingenieure. Fachzeitschrift "Deutsches Ingenieurblatt" (Organ der deutschen Ingenieurkammern), Heft Juni 1996 (S. 14 - 23), Verlag Vogel Baumedien GmbH, Berlin 1996.